

# ABNORMALITY DIAGNOSING DEVICE FOR COOLING SYSTEM FOR ENGINE

Publication number: JP11223126 (A)

Publication date: 1999-08-17

Inventor(s): NISHIOKA FUTOSHI; HOSOGAI TETSUSHI; MAKIMOTO SEIJI

Applicant(s): MAZDA MOTOR

Classification:

- international: G01M15/04; F01P7/16; F01P11/16; F02D41/22; F02D45/00;  
G01M15/00; G01M15/04; F01P7/14; F01P11/14; F02D41/22;  
F02D45/00; G01M15/00; (IPC1-7): F01P11/16; F01P7/16;  
F02D41/22; F02D45/00; G01M15/00

- European:

Application number: JP19980023100 19980204

Priority number(s): JP19980023100 19980204

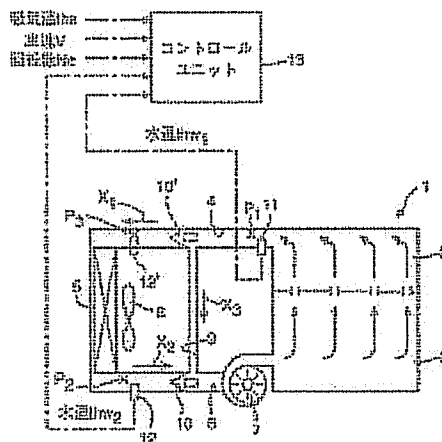
Also published as:

JP3777776 (B2)

## Abstract of JP 11223126 (A)

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a means to easily and reliably detect the opening trouble of a thermostat valve for a cooling system for an engine.

**SOLUTION:** In a cooling system 1 for an engine, when a difference between first and second water temperatures thw1 and thw2 detected by first and second water temperature sensors 11 and 12, respectively, is lower than a given reference value, it is decided by a first water temperature sensor 11 that an opening trouble occurs to a thermostat valve 10. Thus, the opening trouble of the thermostat valve 10 is easily and reliably detected through extremely simple structure.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-223126

(43) 公開日 平成11年(1999) 8月17日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	F I	
F 0 1 P 11/16		F 0 1 P 11/16	F
7/16	5 0 2	7/16	5 0 2 Z
F 0 2 D 41/22	3 0 1	F 0 2 D 41/22	3 0 1 M
45/00	3 1 4	45/00	3 1 4 Q
G 0 1 M 15/00		G 0 1 M 15/00	Z
審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 9 頁)			

(21) 出願番号 特願平10-23100

(22) 出願日 平成10年(1998) 2月4日

(71) 出願人 000003137

マツダ株式会社

広島県安芸郡府中町新地3番1号

(72) 発明者 西岡 太

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

(72) 発明者 細貝 徹志

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

(72) 発明者 牧本 成治

広島県安芸郡府中町新地3番1号 マツダ株式会社内

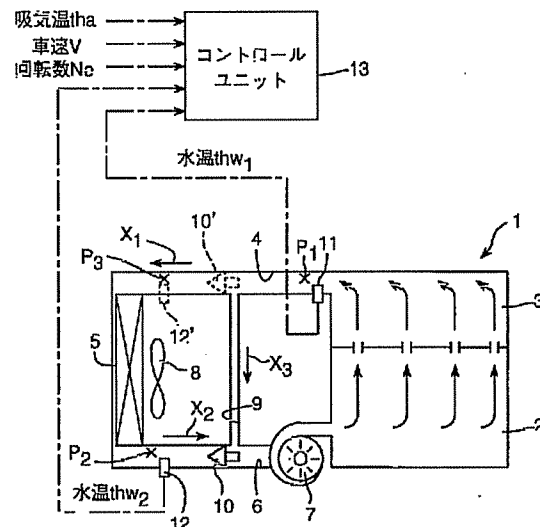
(74) 代理人 弁理士 青山 葆 (外1名)

(54) 【発明の名称】 エンジンの冷却装置の異常診断装置

(57) 【要約】

【課題】 エンジンの冷却装置のサーモスタット弁の開故障を容易かつ確実に検出することができる手段を提供する

【解決手段】 エンジンの冷却装置1においては、コントロールユニット13によって、第1水温センサ11によって検出される第1水温 $thw_1$ と第2水温センサ12によって検出される第2水温 $thw_2$ の差が、所定の基準値より小さいときにサーモスタット弁10が開故障を起こしているものと判定されるようになっている。したがって、極めて簡素な構造で、サーモスタット弁10の開故障を容易かつ確実に検出することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 エンジン側からラジエータ側へ冷却水を導く第1通路と、ラジエータ側からエンジン側へ冷却水を導く第2通路と、第1通路内の冷却水を第2通路へバイパスさせるバイパス通路とを備えている冷却水通路と、

冷却水温度に応じて、開閉動作によりエンジンとラジエータとの間での冷却水の行き来を規制するサーモスタット弁とが設けられているエンジンの冷却装置の異常診断装置において、

上記冷却水通路の、サーモスタット弁の開閉にかかわらず冷却水が流れる部位に配置された第1水温検出手段と、

上記冷却水通路の、サーモスタット弁が閉じられているときには実質的に冷却水が流れない部位に配置された第2水温検出手段と、

上記第1水温検出手段によって検出された冷却水温度と、上記第2水温検出手段によって検出された冷却水温度とに基づいて、サーモスタット弁の異常の有無を検出する異常検出手段とが設けられていることを特徴とするエンジンの冷却装置の異常診断装置。

【請求項2】 上記第1水温検出手段が、上記第1通路の、バイパス通路との接続部よりエンジン側の部位に配置されていることを特徴とする、請求項1に記載されたエンジンの冷却装置の異常診断装置。

【請求項3】 上記サーモスタット弁が、上記第2通路に配置されていることを特徴とする、請求項2に記載されたエンジンの冷却装置の異常診断装置。

【請求項4】 上記第2水温検出手段が、上記第2通路の、サーモスタット弁よりラジエータ側の部位に配置されていることを特徴とする、請求項3に記載されたエンジンの冷却装置の異常診断装置。

【請求項5】 上記第2通路が、上記第1通路よりも低い位置に配置されていることを特徴とする、請求項4に記載されたエンジンの冷却装置の異常診断装置。

【請求項6】 上記サーモスタット弁が、上記第1通路の、バイパス通路との接続部よりラジエータ側の部位に配置されていることを特徴とする、請求項2に記載されたエンジンの冷却装置の異常診断装置。

【請求項7】 上記第2水温検出手段が、上記第1通路の、サーモスタット弁よりラジエータ側の部位に配置されていることを特徴とする、請求項6に記載されたエンジンの冷却装置の異常診断装置。

【請求項8】 上記異常検出手段が、車速又はエンジン回転数が大いときには、サーモスタット弁の異常の有無の検出を抑制するようになっていることを特徴とする、請求項1～7のいずれか1つに記載されたエンジンの冷却装置の異常診断装置。

【請求項9】 上記異常検出手段が、第1水温検出手段によって検出された冷却水温度と第2水温検出手段によ

って検出された冷却水温度の差が設定値より小さいときにサーモスタット弁が異常であると判定するようになっていることを特徴とする、請求項1～8のいずれか1つに記載されたエンジンの冷却装置の異常診断装置。

【請求項10】 上記異常検出手段が、冷機状態におけるエンジン始動後において、所定時間を経過したときにサーモスタット弁の異常の有無を検出するようになっていることを特徴とする、請求項9に記載されたエンジンの冷却装置の異常診断装置。

【請求項11】 上記異常検出手段が、冷機状態におけるエンジン始動後において、第1水温検出手段によって検出される冷却水温度が所定温度以上となったときにサーモスタット弁の異常の有無を検出するようになっていることを特徴とする、請求項9に記載されたエンジンの冷却装置の異常診断装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、エンジンの冷却装置の異常診断装置に関するものであって、とくに冷却水温度に応じて開閉動作によりエンジンとラジエータとの間での冷却水の行き来を規制するサーモスタット弁の開故障を検出する異常診断装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】一般に、水冷式エンジンにはこれを適温に保つために、エンジンのウォータージャケット内の冷却水を第1通路を介してラジエータに送り、該ラジエータで冷却された冷却水を第2通路を介してウォータージャケットに戻す冷却装置が設けられている。ここで、エンジンを適温に保つには、冷却水温度は、おおむね80℃前後であるのが好ましい。なお、冷却水温度が過度に上昇したときにはエンジンが正常に作動しないおそれがあるので、冷却水温度の異常上昇時には、エンジンを強制的に停止させるようにした冷却装置が提案されている（特開平8-319831号公報参照）。

【0003】かくて、一般にエンジンの冷却装置には、冷却水温度を適温に保つために、第1通路内の冷却水を第2通路にバイパスさせるバイパス通路と、冷却水温度に応じて開閉してウォータージャケットとラジエータとの間での冷却水の行き来を規制するサーモスタット弁とが設けられている。このサーモスタット弁は、基本的には、その周囲の冷却水温度が設定値（例えば、82℃）よりも低いときには閉じ、このとき第1通路内の冷却水は、ラジエータを通らず、全面的にバイパス通路を介して第2通路に流れ、冷却水温度は速やかに上昇する。他方、冷却水温度が設定値以上となったときにはサーモスタット弁が開き、このとき第1通路内の冷却水の一部は、ラジエータを通して第2通路に流れ、冷却水は適度に冷却されて適温に保たれる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、かかるサー

モスタット弁は、ときには開きばなしになるといった故障、いわゆる開故障を起こすことがある。そして、サーモスタット弁が開故障を起こした場合は、エンジン始動後に冷却水温度がなかなか上昇しない。このため、エンジンの運転初期には排気ガス温度が十分には高まらず、排気ガス浄化用触媒が十分には機能せず、エミッションが悪化するといった問題が生じる。また、エンジンの各種制御機器は、一般に冷却水温度が所定の設定値まで上昇したときに制御を開始するようになっているが、サーモスタット弁が開故障を起こすと、エンジン始動後においてこれらの制御の開始タイミングが遅れるといった問題が生じる。

【0005】そこで、サーモスタット弁の開故障を容易にかつ確実に検出することができる手段が求められている。

【0006】本発明は、上記従来の問題点を解決するためになされたものであって、簡素な構造でもって、エンジンの冷却装置のサーモスタット弁の異常、とくに開故障を容易にかつ確実に検出することができる手段を提供することを解決すべき課題とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するためになされた本発明は、(a) エンジン側からラジエータ側へ冷却水を導く第1通路と、ラジエータ側からエンジン側へ冷却水を導く第2通路と、第1通路内の冷却水を第2通路へバイパスさせるバイパス通路とを備えている冷却水通路と、(b) 冷却水温度に応じて、開閉動作によりエンジンとラジエータとの間の冷却水の行き来を規制するサーモスタット弁とが設けられているエンジンの冷却装置の異常診断装置において、(c) 冷却水通路の、サーモスタット弁の開閉にかかわらず冷却水が流れる部位に配置された第1水温検出手段と、(d) 冷却水通路の、サーモスタット弁が閉じられているときには実質的に冷却水が流れない部位に配置された第2水温検出手段と、(e) 第1水温検出手段によって検出された冷却水温度(以下、これを「第1水温」という)と、第2水温検出手段によって検出された冷却水温度(以下、これを「第2水温」という)とに基づいて、サーモスタット弁の異常の有無を検出する異常検出手段とが設けられていることを特徴とするものである。この異常診断装置においては、第1水温検出手段は、第1通路の、バイパス通路との接続部よりエンジン側の部位(エンジン近傍)に配置されているのが好ましい。

【0008】この異常診断装置において、サーモスタット弁が異常であるか否かの判定は、例えば、第1水温と第2水温の差(第1水温-第2水温)が設定値より小さいか否かによって行うことができる。また、かかる検出ないしは判定を行う時期は、例えば、冷機状態(冷却水温度が外気温とおおむね等しい状態)におけるエンジン始動後において、所定時間を経過したとき、あるいは第

1水温が所定温度以上となったときに行うのが好ましい。

【0009】かくして、この異常診断装置によれば、第1水温と第2水温とに基づいて、サーモスタット弁の異常、とくに開故障を容易かつ確実に検出することができる。また、一般にエンジンにはもともと、第1水温検出手段に相当する水温センサが設けられているので、実際にこの異常診断装置を設ける上においては、既存のエンジンに1つの水温センサを第2水温検出手段として追加するだけで済む。また、一般にエンジンには、マイクロコンピュータを備えたエンジンコントロールユニットが設けられているので、このエンジンコントロールユニットを異常検出手段として利用すれば、異常検出手段として格別なハードウェアを設ける必要はなく、既存のエンジンコントロールユニットに異常診断用のソフトウェア(プログラム)を組み込むだけで済む。したがって、本発明にかかるこの異常診断装置は、極めて低コストで設けることができる。

【0010】上記異常診断装置においては、サーモスタット弁が、第2通路の、バイパス通路との接続部よりラジエータ側の部位(接続部近傍)に配置されているのが好ましい。この場合、第2水温検出手段が、第2通路の、サーモスタット弁よりラジエータ側の部位(ラジエータ下流)に配置されているのがさらに好ましい。このようにすれば、サーモスタット弁が正常である場合と異常である場合の、水温の変化特性の相違が明確になるので、該異常診断の精度が向上する。なお、この場合、第2通路が第1通路よりも低い位置に配置されているのが一層好ましい。このようにすれば、第2通路内に空気相が形成されないので、第2通路に配置された第2水温検出手段の水温検出精度が高められる(いわゆるセンサの水浮きが生じない)。

【0011】また、上記異常診断装置においては、サーモスタット弁が、第1通路の、バイパス通路との接続部よりラジエータ側の部位(接続部近傍)に配置されていてもよい。この場合、第2水温検出手段が、第1通路の、サーモスタット弁よりラジエータ側の部位(ラジエータ上流)に配置されているのが好ましい。この構成により、第2水温検出手段は、ラジエータによる冷却の影響を受けずに水温を検出でき、また、サーモスタット弁によって正常時は第1通路のラジエータ側に冷却水が確実に流入しないので、正常、異常の差異がしやすい。

【0012】前記のいずれの異常診断装置においても、異常検出手段が、エンジン回転数が高いときには、サーモスタット弁の異常の有無の検出を抑制(自制)するようになっているのが好ましい。エンジン回転数が高いときには、サーモスタット弁にかなり高い水圧がかかるので、サーモスタット弁が本来は閉じられるべき場合であっても、該水圧によってサーモスタット弁が若干開かれ、異常診断の精度が低下するおそれがあるからであ

る。また、車速が大きいきにも、サーモスタット弁の異常の有無の検出を抑制(自制)するようになっているのが好ましい。車速が大きいきには、異常時、冷却水がラジエータで冷やされるためサーモスタット弁の正常時と異常時における冷却水温度の変化特性の差異がでにくいからである。

#### 【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を具体的に説明する。図1に示すように、自動車用の水冷式エンジンの冷却装置1においては、エンジン運転時には冷却水が、順に、シリンダブロック2のウォータジャケット(図示せず)と、該シリンダブロック2の上側に配置されたシリンダヘッド3のウォータジャケット(図示せず)とを流通した後、第1通路4に排出されるようになっている。かくして、エンジンは冷却水によって適度に冷却されて適温に保持される一方、冷却水はエンジンによって加熱されて昇温する。なお、図1中のシリンダブロック2及びシリンダヘッド3内の各矢印は、冷却水の流れる方向を大まかに示している。

【0014】そして、エンジンが暖機状態(冷却水温度が適温まで上昇している普通の運転状態)にあるときには、第1通路4に排出された冷却水の一部は、矢印 $X_1$ 、 $X_2$ で示すように、ラジエータ5内を通り抜けて冷却された後第2通路6に排出され、この後ウォータポンプ7を経由してシリンダブロック2のウォータジャケットに戻される。ここで、第1通路4は比較的高い位置に配置され、ラジエータ上端部付近でラジエータ5に接続されている。他方、第2通路6は比較的低い位置に配置され、ラジエータ下端部付近でラジエータ5に接続されている。

【0015】ここで、ラジエータ5(ひいてはラジエータ内の冷却水)は、走行風あるいは電動ファン8による強制通風により冷却されるようになっている。また、第1通路4内の冷却水の残部は、矢印 $X_3$ で示すように、ラジエータ5を通らず、第1通路4と第2通路6とを連通させるバイパス通路9を介して、直接第2通路6に流れる。

【0016】また、第2通路6の、バイパス通路9との接続部より若干ラジエータ寄りの部位には、周囲の冷却水温度に応じて開閉するサーモスタット弁10(いわゆる入口サーモ)が配置されている。なお、サーモスタット弁10の具体的な構造及び機能は後記のとおりである。そして、第1通路4の、バイパス通路9との接続部よりエンジン側の部位(エンジン近傍)には、この部位における冷却水温度(水温 $thw_1$ )を検出する第1水温センサ11(第1水温検出手段)が設けられている。さらに、第2通路6の、バイパス通路9との接続部よりラジエータ側の部位(ラジエータ近傍)には、この部位における冷却水温度(水温 $thw_2$ )を検出する第2水温センサ12(第2水温検出手段)が設けられている。

【0017】そして、各種エンジン制御(例えば、燃料噴射制御、空燃比制御等)を行うほか、サーモスタット弁10の異常とくに開故障の有無を検出する、マイクロコンピュータを備えたコントロールユニット13(異常検出手段)が設けられている。なお、コントロールユニット13による各種エンジン制御は、一般に知られた普通の制御手法で行われ、また本願発明の要旨にかかわるものでもないので、その詳しい説明は省略し、以下ではコントロールユニット13については、サーモスタット弁10の異常診断機能についてのみ説明する。

【0018】このコントロールユニット13は、後記のとおり、それぞれ第1水温センサ11及び第2水温センサ12によって検出される第1水温 $thw_1$ 及び第2水温 $thw_2$ 、吸気温度センサ(図示せず)によって検出される吸気温度 $tha$ 、車速センサ(図示せず)によって検出される車速 $V$ 、回転数センサ(図示せず)によって検出されるエンジン回転数 $Ne$ 等に基づいて、サーモスタット弁10の異常の有無を検出するようになっている。

【0019】なお、この実施の形態では前記のとおり、サーモスタット弁10と第2水温センサ12とが、いずれも第2通路6に配置されているが、これらを第1通路4に配置してもよい。この場合は、図1中に破線で示すように、サーモスタット弁10'を、第1通路4の、バイパス通路9との接続部より若干ラジエータ寄りの部位に配置し、第2水温センサ12'を、第1通路4の、バイパス通路9との接続部よりラジエータ側の部位に配置することになる。また、第2通路6にサーモスタット弁10を設ける一方、第1通路4に第2水温センサ12'を設けるようにしてもよい。逆に、第1通路4にサーモスタット弁10'を設ける一方、第2通路6に第2水温センサ12を設けるようにしてもよい。

【0020】以下、図2(a)(b)を参照しつつサーモスタット弁10の具体的な構造を説明する。ここで、図2(a)は閉弁状態にあるサーモスタット弁10を示し、図2(b)は開弁状態にあるサーモスタット弁10を示している。なお、図2(a)(b)において、 $H_1$ はラジエータ側であり、 $H_2$ はエンジン側である。図2(a)(b)に示すように、サーモスタット弁10には、第2通路6に固定されたケース15と、該ケース15に固定されたピストン16と、第2通路軸線方向すなわち $Y_1$ - $Y_2$ 方向に移動可能な可動体17とが設けられている。この可動体17は、ワックスケース18と、該ワックスケース18内に封入された合成ゴムスリーブ19及びワックス20と、ワックスケース18の外周部に固定された弁部材22とで構成されている。ここで、ピストン16の $H_2$ 側の部分は、ワックスケース18内に挿入されて合成ゴムスリーブ19内に差し込まれている。また、可動体17は、ばね21によって、常時 $Y_2$ 方向に付勢されている。

【0021】かくして、このサーモスタット弁10にお

いて、周囲の冷却水温度が設定値（例えば、 $82^{\circ}\text{C}$ ）よりも低いときには、図2（a）にその状態を示すように、可動体17は、ばね21によって $Y_2$ 方向に付勢されて $H_1$ 側に位置し、弁部材22とケース15とが当接する。このとき、サーモスタット弁10は閉弁状態となり、第2通路6は閉止され、冷却水の流れは止められる。なお、この状態では、ワックス20は固体の状態にある。

【0022】他方、周囲の冷却水温度が設定値以上となったときには、図2（b）にその状態を示すように、ワックス20は昇温・融解して液体となり膨張する。その結果、液状のワックス20が合成ゴムスリーブ19を圧縮し、その結果ピストン16がワックスケース18（合成ゴムスリーブ19）から押し出される。しかしながら、ピストン16はケース15ひいては第2通路6に固定されているので、可動体17がばね21の付勢力に抗して $Y_1$ 方向に移動し、その結果弁部材22とケース15とが離間する。このとき、サーモスタット弁10が開弁状態となり、第2通路6内で、冷却水が $Y_1$ 方向に流れる。なお、図2（b）中において、両矢印は冷却水が流れる経路を示している。

【0023】以下、この冷却装置1におけるサーモスタット弁10の異常診断手法の概要を説明する。このサーモスタット弁10の異常診断においては、基本的には、サーモスタット弁10が正常である場合と開故障を起こしている場合とでは、冷却水通路4・6の所定の部位での冷却水温度の上昇パターンが異なることを利用して、サーモスタット弁10の開故障の有無を判定するようにしている。

【0024】図5は、サーモスタット弁10が正常である場合と、開故障を起こしている場合とについて、冷機状態でのエンジン始動後における、冷却水通路4・6の所定の部位での冷却水温度の時間に対する変化特性を示すグラフである。図5において、グラフ $A_1 \sim A_3$ とグラフ $B_1 \sim B_3$ とは、それぞれ次の冷却水温度を示している。なお、 $P_1 \sim P_3$ 位置は、図1中に示されている。

$A_1$ ：サーモスタット弁正常時の $P_1$ 位置の冷却水温度（第1水温 $thw_1$ ）

$A_2$ ：サーモスタット弁正常時の $P_2$ 位置の冷却水温度（第1水温 $thw_2$ ）

$A_3$ ：サーモスタット弁正常時の $P_3$ 位置の冷却水温度

$B_1$ ：サーモスタット弁開故障時の $P_1$ 位置の冷却水温度（第1水温 $thw_1$ ）

$B_2$ ：サーモスタット弁開故障時の $P_2$ 位置の冷却水温度（第1水温 $thw_2$ ）

$B_3$ ：サーモスタット弁開故障時の $P_3$ 位置の冷却水温度

【0025】図5から明らかなとおり、サーモスタット弁10が正常に作動している場合は、 $P_1$ 位置の冷却水温（グラフ $A_1$ ）すなわち第1水温 $thw_1$ と、 $P_2$ 位置の冷却水温（グラフ $A_2$ ）すなわち第2水温 $thw_2$ との間の差

が極めて顕著である。例えば、エンジン始動後250秒の時点においては、第1水温 $thw_1$ と第2水温 $thw_2$ の差は $51.1^{\circ}\text{C}$ である。これに対して、 $P_1$ 位置の冷却水温（グラフ $A_1$ ）と $P_3$ 位置の冷却水温（グラフ $A_3$ ）の差は比較的小さく、 $19.6^{\circ}\text{C}$ である。他方、サーモスタット弁10が開故障を起こしているときには、 $P_1 \sim P_3$ 位置の各冷却水温（グラフ $B_1 \sim B_3$ ）の間にはさほど差が生じない。

【0026】したがって、第1水温 $thw_1$ と第2水温 $thw_2$ との間の水温差（ $thw_1 - thw_2$ ）が大きいときにはサーモスタット弁10が正常であると判定することができ、該水温差（ $thw_1 - thw_2$ ）が小さいときにはサーモスタット弁10が開故障を起こしていると判定することができる。そこで、この冷却装置1では、冷機状態でのエンジン始動後の比較的早い時期において、水温差（ $thw_1 - thw_2$ ）が所定の設定値より小さいときには、サーモスタット弁10が開故障を起こしているものと判定するようにしている。

【0027】以下、図3に示すフローチャートを参照しつつ、コントロールユニット13による、具体的なサーモスタット弁10の異常診断手法を説明する。この異常診断ルーチンにおいては、まずステップS1で、エンジンがクランキング開始後、完爆状態に達したか否かが判定され、完爆状態に達していなければ（NO）、完爆状態に達するまでこのステップS1が繰り返し実行される（完爆状態に達するまで待機する）。

【0028】ステップS1でエンジンが完爆状態に達していると判定された場合（YES）、すなわちエンジンが完全に始動したときには、ステップS2で、それぞれ第1水温センサ11及び第2水温センサ12によって検出される第1水温 $thw_1$ 及び第2水温 $thw_2$ と、吸気温度センサ（図示せず）によって検出される吸気温度 $tha$ と、車速センサ（図示せず）によって検出される車速 $V$ と、回転数センサ（図示せず）によって検出されるエンジン回転数 $Ne$ とが入力される。続いて、ステップS3で、エンジン始動時における第1水温 $thw_1$ が、始動時水温 $ths$ として記憶される。

【0029】次に、ステップS4で、始動時水温 $ths$ が基準水温 $ths_0$ より低いかが判定される。ここで、基準水温 $ths_0$ は、サーモスタット弁10の開弁温度（例えば、 $82^{\circ}\text{C}$ ）付近に設定されている。このステップS4で、 $ths \geq ths_0$ であると判定された場合は（NO）、ステップS20でこの異常診断ルーチンが停止される（モニタ不可）。ただし、 $ths \geq ths_0$ である場合は、エンジン始動時点ですでに冷却水温度が高くなっており、このためサーモスタット弁10が正常であっても、水温差（ $thw_1 - thw_2$ ）がさほど大きくならないので、該水温差（ $thw_1 - thw_2$ ）に基づいてサーモスタット弁10の開故障の有無を判定するのは好ましくないからである。

【0030】他方、前記のステップS4で $ths < ths_0$ で

あると判定された場合は(YES)、ステップS5で、例えば図6に示すような特性でもって、始動時水温thsに応じて判定値 $T_{10}$ がセットされる。この判定値 $T_{10}$ は、エンジン始動後においてサーモスタット弁10の開故障の有無を判定すべき時期を設定するためのものであり、したがってエンジン始動後に判定値 $T_{10}$ に対応する時間が経過した時点でサーモスタット弁10の開故障の有無が判定されることになる。この判定値 $T_{10}$ は、サーモスタット弁10が正常である場合に、エンジン始動後において水温差( $thw_1 - thw_2$ )が十分に大きくなるような時期に該判定が実行されるように好ましく設定される。また、この判定値 $T_{10}$ は、エンジン始動後において正常なサーモスタット弁10が開弁する直前に該判定が実施されるように設定されるのが最も好ましい。サーモスタット弁10が正常であれば、この時点で、水温差( $thw_1 - thw_2$ )が最も大きくなるので、該判定の精度が非常に高くなるからである。なお、始動時水温thsが高いときほど、該判定を行うべきタイミングが早まるので、判定値 $T_{10}$ は、図6に示すように、始動時水温thsが高いときほど小さくしている。

【0031】次に、ステップS6で、エンジン始動後(完爆後)の経過時間をカウントするための第1カウンタ $T_1$ が1だけインクリメント(加算)される。この第1カウンタ $T_1$ は、このルーチンが1回実行される毎に1づつインクリメントされ、他方このルーチンは一定の時間間隔で実行されるので、この第1カウンタ $T_1$ のカウント値(積算値)でエンジン始動後の経過時間を把握することができる。

【0032】続いて、ステップS7とステップS8とで、それぞれ、車速Vが基準車速 $V_0$ 以上であるか否かと、吸気温thaが基準吸気温 $tha_0$ より低いかなどが判定される。一般に、車速Vが高くかつ吸気温thaが低いときには、サーモスタット弁10が開故障を起こしている場合、エンジン始動後に第2水温 $thw_2$ が上昇しにくいので、水温差( $thw_1 - thw_2$ )がかなり大きくなり、該水温差( $thw_1 - thw_2$ )に基づいてサーモスタット弁10の開故障の有無を判定するのはあまり好ましくない。そこで、この異常診断ルーチンでは、 $V \geq V_0$ であり、かつ $t_{ha} < tha_0$ である状態の延継続時間に対応する第2カウンタ $T_2$ のカウント数(積算値)が所定値 $T_{20}$ 以上である場合は該異常診断ルーチンを停止するようにしている。

【0033】そして、ステップS7 S8で、 $V \geq V_0$ であり、かつ $t_{ha} < tha_0$ であると判定された場合は(ステップS7 S8がいずれもYES)、ステップS9で、 $V \geq V_0$ であり、かつ $t_{ha} < tha_0$ である状態の延継続時間に対応する値をカウントするための第2カウンタ $T_2$ が1だけインクリメント(加算)される。他方、ステップS7 S8で、 $V < V_0$ であるか又は $t_{ha} \geq tha_0$ であると判定された場合は(ステップS7 S8の少なくとも一方がNO)、ステップS9をスキップする。

【0034】次に、ステップS10でエンジン回転数Neが基準回転数 $Ne_0$ 以上であるか否かが判定される。一般に、エンジン回転数Neが高いときには、ウォーターポンプ7の吐出圧が上昇するので、サーモスタット弁10が正常な場合でも、冷却水温度が低いときに冷却水の水圧によってサーモスタット弁10が若干開かれることがある。このため、第2通路6の、第2水温センサ12が配置された部位に冷却水の流れが生じ、第2水温 $thw_2$ が上昇するので、水温差( $thw_1 - thw_2$ )がさほど大きくならず、該水温差( $thw_1 - thw_2$ )に基づいてサーモスタット弁10の開故障の有無を判定するのはあまり好ましくない。そこで、該異常診断ルーチンでは、 $Ne \geq Ne_0$ である状態の延継続時間に対応する第3カウンタ $T_3$ のカウント値(積算値)が所定値 $T_{30}$ 以上である場合は、該異常診断ルーチンを停止するようにしている。

【0035】そして、ステップS10で $Ne \geq Ne_0$ であると判定された場合は(YES)、ステップS11で、 $Ne \geq Ne_0$ である状態の延継続時間に対応する値をカウントするための第3カウンタ $T_3$ が1だけインクリメント(加算)される。他方、ステップS10で $Ne < Ne_0$ であると判定された場合は(NO)、ステップS11をスキップする。

【0036】次に、ステップS12で第1カウンタ $T_1$ のカウント値が判定値 $T_{10}$ 以上であるか否か、すなわちエンジン始動後においてサーモスタット弁10の開故障の有無を判定すべき時点に達したか否かが判定され、 $T_1 < T_{10}$ であれば(NO)、まだ開故障を判定すべき時点に達していないのでステップS2に復帰し、ステップS2～ステップS12が繰り返して実行される。なお、判定値 $T_{10}$ を第2カウンタ $T_2$ あるいは第3カウンタ $T_3$ のカウント値に応じて補正するようにしてもよい。

【0037】他方、ステップS12で $T_1 \geq T_{10}$ であると判定された場合は(NO)、ステップS13とステップS14とで、それぞれ、第1水温 $thw_1$ が基準温度 $\alpha$ より低いかなど、水温差( $thw_1 - thw_2$ )が基準値A(基準水温差)より小さいかなどが判定される。この異常診断ルーチンでは、基本的には( $T_2$   $T_3$ が大きい限り)、第1水温 $thw_1$ が基準温度 $\alpha$ より低く、かつ水温差( $thw_1 - thw_2$ )が基準値Aより小さいときにサーモスタット弁10が開故障を起こしているものと判定するようにしている。

【0038】ここで、基準温度 $\alpha$ は、サーモスタット弁10の開弁温度(例えば、 $82^\circ\text{C}$ )よりもやや低い温度、例えば開弁温度よりも $11^\circ\text{C}$ だけ低い温度に設定される。ちなみに、エンジン始動後所定時間内に、エンジンの冷却水温度が、他の故障診断が作動する最も高い冷却水温度と、サーモスタット弁開弁温度より $20^\circ\text{F}$ (およそ $11^\circ\text{C}$ )低い値のうちの高い方に到達しないときには、サーモスタット弁が開故障を起こしているものと判定する場合、本発明にかかる異常診断は、この判

定に対応することができるものである。

【0039】また、基準値Aを、第2カウンタ $T_2$ あるいは第3カウンタ $T_3$ のカウンタ値に応じて補正するようにしてもよい。例えば、図7に示すように、第2カウンタ $T_2$ のカウンタ値が大きいきほ基準値Aを大きくし、あるいは図8に示すように、第3カウンタ $T_3$ のカウンタ値が大きいきほ基準値Aを小さくするようにしてもよい。

【0040】かくして、ステップS13で $thw_1 \geq \alpha$ であると判定された場合（NO）、又はステップS14で $(thw_1 - thw_2) \geq A$ であると判定された場合は（NO）、サーモスタット弁10が正常であるものと判定され、ステップS19でサーモスタット弁10が正常であることが記憶ないしは表示される（サーモスタット正常メモリ）。

【0041】他方、ステップS13 S14で、 $thw_1 < \alpha$ であり、かつ $thw_1 - thw_2 < A$ であると判定された場合は（ステップS13 S14がいずれもYES）、ステップS15とステップS16とで、それぞれ、第2カウンタ $T_2$ が所定値 $T_{20}$ より小さいか否かと、第3カウンタ $T_3$ が所定値 $T_{30}$ より小さいか否かとが判定される。そして、ステップS15で $T_2 \geq T_{20}$ であると判定された場合（NO）、又はステップS16で $T_3 \geq T_{30}$ であると判定された場合は（NO）、 $V \geq V_0$ でありかつ $tha < tha_0$ である状態の延継続時間が長い、又は $Ne \geq Ne_0$ である状態の延継続時間が長く、したがって前記のとおりサーモスタット弁10の開故障の有無の判定を行うことが好ましくない、ステップS18で該異常診断ルーチンが停止される（モニタ不可）。

【0042】他方、ステップS15 S16で、 $T_2 < T_{20}$ であり、かつ $T_3 < T_{30}$ であると判定された場合は（ステップS15 S16がいずれもYES）、サーモスタット弁10が開故障を起こしているものと判定され、ステップS17でサーモスタット弁10が開故障を起こしていることが記憶ないしは警告される（ワーニング、サーモスタット故障メモリ）。

【0043】上記の異常診断ルーチンでは、エンジン始動後に $T_{10}$ に対応する時間が経過した時点でサーモスタット弁10の開故障の有無の判定を行うようにしているが、このようにせずに、エンジン始動後の経過時間とは関係なく、第1水温 $thw_1$ が判定水温 $thw_{10}$ に達したときにサーモスタット弁10の開故障の有無の判定を行うようにしてもよい。図4は、このように第1水温 $thw_1$ が判定水温 $thw_{10}$ に達したときにサーモスタット弁10の開故障の有無の判定を行うようにした故障診断ルーチンのフローチャートである。しかしながら、この図4に示す故障診断ルーチンの大部分は、図3に示す故障診断ルーチンと同様であり、開故障の有無の判定を実施するタイミングに関する部分が異なるだけである。したがって、以下では説明の重複を避けるため、図3に示す故障診断

ルーチンとは異なる点についてのみ説明する。なお、図4中の各ステップ中、図3中のいずれかのステップと同一の機能をもつステップには、図3の場合と同一のステップ番号が付されている。

【0044】図4に示すように、この異常診断ルーチンでは、ステップS5'で、例えば図9に示すような特性でもって、始動時水温 $ths$ に応じて判定水温 $thw_{10}$ がセットされる。そして、ステップS12'で、第1水温 $thw_1$ が判定水温 $thw_{10}$ 以上となったときに、サーモスタット弁10の開故障の有無を判定するようにしている。ここで、判定水温 $thw_{10}$ は、サーモスタット弁10の開弁温度（例えば、 $82^\circ\text{C}$ ）よりもやや低い温度、例えば開弁温度よりも $11^\circ\text{C}$ だけ低い温度に設定される。

【0045】この図4に示す異常診断ルーチンにおける判定水温 $thw_{10}$ は、図3に示す異常診断ルーチンの基準温度 $\alpha$ と実質的に同一である。したがって、図4に示す異常診断ルーチンのステップS12'で $thw_1 \geq thw_{10}$ であると判定されてサーモスタット弁10の開故障の有無の判定が実施されるときには、必然的に $thw_1 \geq \alpha$ となっている。このため、図3に示す異常診断ルーチンのステップS13は、図4に示す異常診断ルーチンでは不要（有害）であるので、図4に示す異常診断ルーチンではステップS13が取り除かれている。その他の点については、図3に示す異常診断ルーチンの場合と同様である。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明にかかる異常診断装置を備えたエンジンの冷却装置を模式的に示す側面断面図である。

【図2】 (a)は図1に示す冷却装置に設けられているサーモスタット弁の開弁状態における縦断面図であり、(b)はこのサーモスタット弁の開弁状態における縦断面図である。

【図3】 コントロールユニットによって実行されるサーモスタット弁の異常診断ルーチン（開故障の検出手順）のフローチャートである。

【図4】 コントロールユニットによって実行されるもう1つのサーモスタット弁の異常診断ルーチンのフローチャートである。

【図5】 サーモスタット弁が正常状態にある場合と開故障状態にある場合とにおける、エンジン始動後の冷却水温度の時間に対する変化特性を示すグラフである。

【図6】 サーモスタット弁の開故障の有無の判定を行う時期を決定するための判定値 $T_{10}$ の始動時水温 $ths$ に対する依存性を示すグラフである。

【図7】 サーモスタット弁の開故障の有無を判定するための基準値Aの、第2カウンタのカウンタ値に対する依存性を示すグラフである。

【図8】 サーモスタット弁の開故障の有無を判定するための基準値Aの、第3カウンタのカウンタ値に対する依存性を示すグラフである。



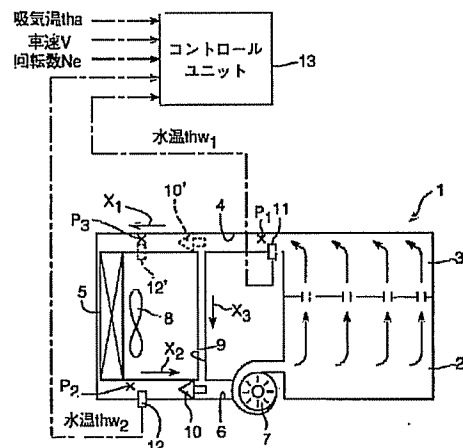
【図9】 サーモスタット弁の開故障の有無の判定を行う時期を決定するための判定値水温 $thw_{10}$ の始動時水温 $ths$ に対する依存性を示すグラフである。

【符号の説明】

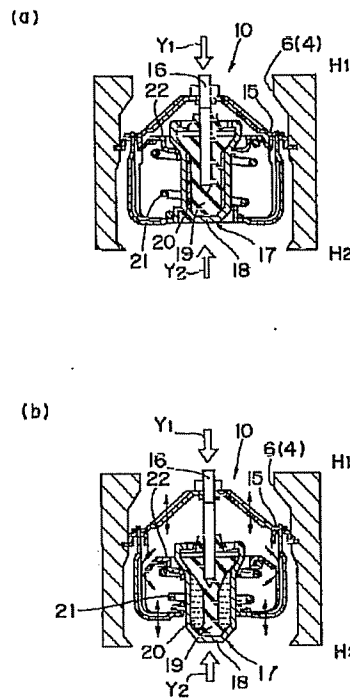
1…エンジンの冷却装置、2…シリンダブロック、3…シリンダヘッド、4…第1通路、5…ラジエータ、6…第2通路、7…ウォーターポンプ、8…電動ファン、9…

バイパス通路、10…サーモスタット弁、10'…サーモスタット弁、11…第1水温センサ、12…第2水温センサ、12'…第2水温センサ、13…コントロールユニット、15…ケース、16…ピストン、17…可動体、18…ワックスケース、19…合成ゴムスリーブ、20…ワックス、21…ばね、22…弁部材。

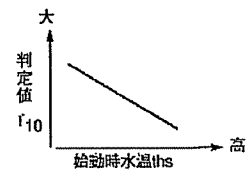
【図1】



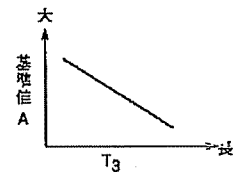
【図2】



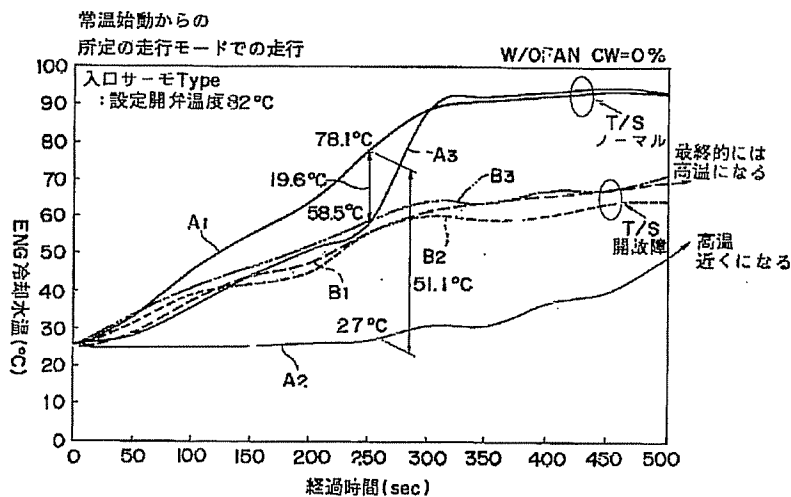
【図6】



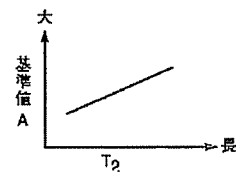
【図8】



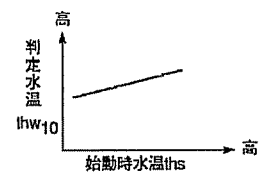
【図5】



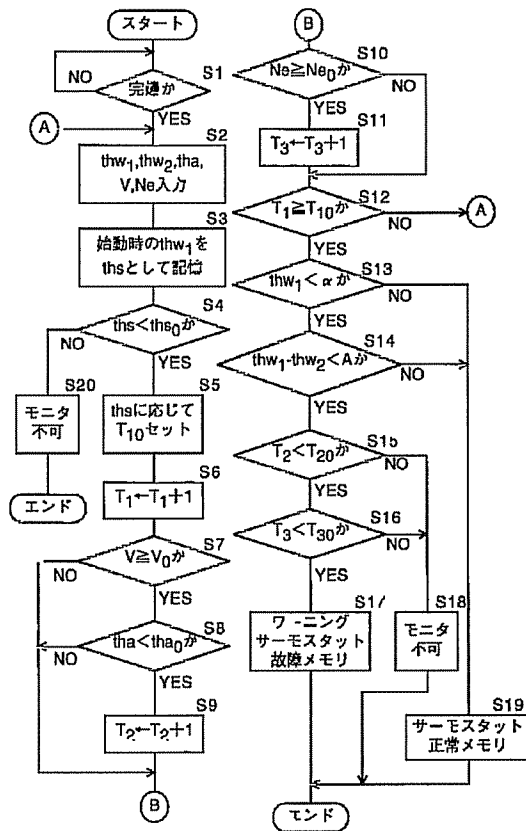
【図7】



【図9】



【図3】



【図4】

